

## 明 細 書

スラスト針状ころ軸受、カーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造、オートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造、無段変速機用の支持構造、およびマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造

### 技術分野

[0001] 本発明は、スラスト針状ころ軸受、カーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造、オートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造、無段変速機用の支持構造、およびマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造に関する。

### 背景技術

[0002] スラスト針状ころ軸受は、針状ころ、保持器および軌道盤で構成され、針状ころと軌道盤とが線接触する構造であるため、軸受投影面積が小さい割に高負荷容量と高剛性が得られる利点を有している。したがって、スラスト針状ころ軸受は、たとえばカーエアコン・コンプレッサの支持構造や、トランスミッション(マニュアルトランスミッション、オートマチックトランスミッション、および無段変速機)の支持構造などに使用されている。

[0003] このようなスラスト針状ころ軸受は、たとえば以下の特許文献1(特開2002-70872号公報)に開示されている。

[0004] カーエアコン・コンプレッサに使用されているオイルは低粘度であるうえ、コンプレッサ能力(冷却能力)を向上させるため、オイル量が削減されている。このような希薄潤滑下での過酷な条件で使用されているため、ころの差動滑りが大きい場合は、表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損が発生する恐れがある。

[0005] また、自動車メーカーやオートマチックトランスミッションメーカー各社において省エネルギーの観点から、従来オイルに添加剤を入れて使用する場合がある。添加剤入りのオイルは、軸受への潤滑性能が通常のオイルよりも劣るため、ころの差動滑りが大きい現行のスラスト軸受では、表面起点型剥離などの表面損傷での観点から改善が望

まれる。

[0006] また、カーエアコン・コンプレッサおよびトランスミッションの使用条件として、高荷重化への傾向が見られ、通常の荷重依存型の転動疲れによる内部起点型剥離の観点からも改善が望まれている。

[0007] このため、表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、通常の荷重依存型の転動疲れによる内部起点型剥離にも効果がある長寿命の軸受が求められている。

特許文献1: 特開2002-70872号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 従来のスラスト針状ころ軸受における軌道盤の材質には、プレス加工が可能な鋼板および鋼帯の材料であって加工性、入手性のよい材料として、低炭素構造用鋼、冷間圧延鋼板、鋼帯、中炭素鋼あるいは軸受鋼が使用されている。また、軌道盤の熱処理としては、低炭素構造用鋼、冷間圧延鋼板または鋼帯が用いられる場合には浸炭または浸炭窒化処理が行なわれ、中炭素鋼または軸受鋼が用いられる場合には光輝焼入れまたは高周波焼入れ処理が行なわれる。

[0009] また、従来のスラスト針状ころ軸受のころの材質には軸受鋼が用いられ、その熱処理には光輝焼入れまたは浸炭窒化処理が行なわれる。

[0010] スラスト針状ころ軸受の場合、ころの差動滑りによる発熱などにより、表面起点型剥離などの損傷を誘発するが、この表面起点型剥離などの表面損傷に対する軌道盤の強化が望まれている。

[0011] また、高荷重の作用する条件下の場合、通常の荷重依存型の転動疲れによる内部起点型剥離も発生することがあり、長寿命化が望まれている。

[0012] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、少なくとも軌道盤の性状を変更することにより、表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある長寿命なスラスト針状ころ軸受を提供することを一の目的とする。

[0013] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、少なくとも軌道盤の性状を変更

することにより、表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある長寿命なカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造を提供することを他の目的とする。

[0014] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、スラスト針状ころ軸受の表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、スラスト針状ころ軸受の通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある、長寿命なオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造を提供することを他の目的とする。

[0015] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、スラスト針状ころ軸受の表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、スラスト針状ころ軸受の通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある、長寿命な無段変速機用の支持構造を提供することをさらに他の目的とする。

[0016] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、スラスト針状ころ軸受の表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、スラスト針状ころ軸受の通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある、長寿命なマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造を提供することをさらに他の目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0017] 本発明のスラスト針状ころ軸受は、薄肉鋼板からなる軌道盤と針状ころとを有するスラスト針状ころ軸受において、少なくとも軌道盤が表層部に窒素富化層を有し、その表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であることを特徴とするものである。

[0018] 上記のスラスト針状ころ軸受において好ましくは、表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%である。

[0019] 本発明のカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造は、主軸の回転に伴って斜板が回転し、それによりピストンが揺動運動するカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造であって、斜板の回転により生じたスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤と針状ころとを有するスラスト針状ころ軸受において、少なくとも軌道盤側が表層部に窒素富化層を有し、表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、表層部のオーステナイト結晶粒度番号が1

1番以上である。

- [0020] 上記のカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造において好ましくは、表層部の窒素含有量が0.1質量%～0.7質量%の範囲である。
- [0021] 本発明のオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造は、ステータを挟んで互いに対面するインペラとタービンとを有するトルクコンバータを備えたオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造であって、ステータとインペラとの間およびステータとタービンとの間の少なくともいずれかに、薄肉鋼板からなる軌道盤と針状ころとを有するスラスト針状ころ軸受を備えている。少なくとも軌道盤が表層部に窒素富化層を有し、表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上である。
- [0022] 上記のオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造において好ましくは、表層部の窒素含有量が0.1質量%～0.7質量%の範囲である。
- [0023] 本発明の無段変速機の支持構造は、入力軸の回転が無段階に変化して出力軸に伝達される無段変速機用の支持構造である。入力軸および出力軸のいずれかの回転により生じたスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤と針状ころとを有するスラスト針状ころ軸受において、少なくとも軌道盤が表層部に窒素富化層を有し、表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上である。
- [0024] 上記の無段変速機用の支持構造において好ましくは、スラスト針状ころ軸受において、表層部の窒素含有量が0.1質量%～0.7質量%の範囲である。
- [0025] 本発明のマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造は、入力シャフトの歯車とカウンターシャフトの歯車との噛み合わせおよびカウンターシャフトの歯車と出力シャフトの歯車との噛み合わせにより、入力シャフトの回転速度に対して出力シャフトの回転速度を段階的に変化させることが可能なマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造であって、入力シャフト、カウンターシャフト、および出力シャフトのいずれかのスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤と針状ころとを有するスラスト針状ころ軸受において、少なくとも軌道盤側が表層部に窒素富化層を有し、表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、表

層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上である。

- [0026] 上記のマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造において好ましくは、スラスト針状ころ軸受において、表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲である。

#### 発明の効果

- [0027] 本発明のスラスト針状ころ軸受では、軌道盤の結晶粒度が細かく、かつ耐熱性のある材質とされることにより、表面起点型剥離(ピーリング、スミアリングなどの表面損傷)寿命と、内部起点型剥離寿命との双方を向上させることができる。
- [0028] 本発明のカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造では、軌道盤の結晶粒度が細かく、かつ耐熱性のある材質とされることにより、表面起点型剥離(ピーリング、スミアリングなどの表面損傷)寿命と、内部起点型剥離寿命との双方を向上させることができる。
- [0029] また、本発明のオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造では、スラスト針状ころ軸受の軌道盤が、結晶粒度の細かく、かつ耐熱性のある材質とされることにより、表面起点型剥離(ピーリング、スミアリングなどの表面損傷)寿命と、内部起点型剥離寿命との双方を向上させることができる。
- [0030] 本発明の無段変速機用の支持構造では、スラスト針状ころ軸受の軌道盤が、結晶粒度の細かく、かつ耐熱性のある材質とされることにより、表面起点型剥離(ピーリング、スミアリングなどの表面損傷)寿命と、内部起点型剥離寿命との双方を向上させることができる。
- [0031] 本発明のマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造では、スラスト針状ころ軸受の軌道盤が、結晶粒度の細かく、かつ耐熱性のある材質とされることにより、表面起点型剥離(ピーリング、スミアリングなどの表面損傷)寿命と、内部起点型剥離寿命との双方を向上させることができる。
- [0032] 具体的には、軸受鋼、中炭素鋼などの素材の加工または熱処理パターン工夫により、11番以上のオーステナイト結晶粒度を確保した浸炭窒化組織(窒素富化層)を得ることができる。このような組織を得ることにより、亀裂の発生、進展に対する抵抗性を非常に大きくすることができる。この結果、滑りによる表層発熱や接線力による表面

亀裂の発生を抑えることができる。さらに、内部起点型剥離の亀裂に対しても、相当な長寿命化が図れることを本願発明者らは見出した。

- [0033] 特に表面起点型剥離などの表面損傷に対しては、表層部に微細な炭化物が析出している耐熱性のある窒素富化層が形成されている必要がある。本発明では、表層部に窒素富化層が形成されており、かつその表層部に残留オーステナイトが5体積%以上存在し、かつ表層部のオーステナイト結晶粒度が11番以上と微細であるため、表面起点型剥離などの表面損傷を抑制することができる。
- [0034] また、表層部の窒素富化層に存在する残留オーステナイトは、表面硬さを低下させる要因になるため、浸炭窒化処理後に浸炭窒化処理時の温度より低い温度に再加熱し焼入れる処理を行なうことにより、浸炭窒化処理品よりも残留オーステナイト量を少なくする必要がある。本発明では、その表層部の残留オーステナイトが25体積%以下と抑えられているため、表面硬さの低下を抑制することができる。
- [0035] 上記のマイクロ組織をベースに、さらに加工処理や熱処理を加え、上記の表層に圧縮応力を与え、さらに硬度を上昇させることにより長寿命化を図ることができる。これらの加工処理や熱処理には、(b1)ショットピーニング、(b2)バレル加工、(b3)ローリング加工、(b4)浸炭処理+浸炭窒化処理、(b5)浸炭窒化処理+サブゼロ処理、(b6)浸炭窒化処理+2次焼入れ+サブゼロ処理のような手法を、そのまま、または(b1)〜(b6)の手法を組み合わせて行なうことができる。
- [0036] また、上記軌道盤およびころの少なくとも1つが、 $A_1$ 変態点以上で浸炭窒化処理を施され、その後 $A_1$ 変態点未満の温度に冷却された後、浸炭窒化処理の温度より低い焼入れ温度に加熱され、その焼入れ温度から焼入れられてもよい。
- [0037] 上記浸炭窒化温度で浸炭窒化処理した後に $A_1$ 点未満に冷却する工程では、油冷などにより室温まで冷却してもよいし、オーステナイト変態が所定値以上終了する温度まで冷却する処理であってもよい。上記製造方法により、窒素富化層を有し、オーステナイト粒が微細であり、かつ適切な量の残留オーステナイトを含む金属組織を得ることができる。このため、表面起点型剥離寿命、内部起点型剥離寿命ともに向上させることができる。また、経年寸法変化を抑制したスラスト針状ころ軸受、カーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造、オートマチックトランスミッションのス

ラスト荷重を受ける支持構造、無段変速機用の支持構造、およびマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造を得ることができる。

[0038] なお、上記窒素富化層は、上述のように、浸炭窒化処理により形成されるが、上記窒素富化層に炭素が富化されていてもよいし、富化されていなくてもよい。

[0039] このようなマイクロ組織では、浸炭窒化処理から一度冷却された後に浸炭窒化処理の温度よりも低い焼入れ温度から焼き入れられるので、非常に微細なオーステナイト結晶粒を得ることができる。上記の浸炭窒化処理温度より低い焼入れ温度に加熱し焼入れる処理を、その処理の順序から2次焼入れまたは最終焼入れと呼ぶ場合がある。

[0040] また、上記の焼入れ温度が、少なくとも浸炭窒化された鋼の表層部において、炭化物および／または窒化物とオーステナイト相とが共存する温度域であるとしてもよい。

[0041] 焼入れの際の加熱温度が浸炭窒化処理時の加熱温度よりも低いので、浸炭窒化処理の効果がおよぶ表層部における未溶解の炭化物および／または窒化物の量は浸炭窒化処理のときよりも増大する。このため、焼入れ温度が上記の共存温度域の場合、焼入れ温度において、浸炭窒化処理のときより、未溶解の炭化物／窒化物の量の比率が増大し、オーステナイト量の比率が低下する。しかも、鉄-炭素2元状態図から判断して、炭化物(セメンタイト)とオーステナイトとの共存領域において、焼入れ温度の低下にともないオーステナイトに固溶する炭素濃度も低くなる。なお、軸受に用いられる鋼は、Si(シリコン)やMn(マンガン)などの他の合金元素の含有率が低いので、鉄-炭素2元系状態図を用いて十分高い精度で各温度領域や生成層を論じることができる。また、窒素は炭素と同様に、鉄中に侵入型元素として固溶し、また所定の温度域では、セメンタイトに類似した鉄との窒化物を生成するので、近似的に炭素と同じとみることができる。

[0042] 焼入れ温度に加熱したとき、オーステナイト粒の成長を妨げる未溶解の炭化物および／または窒化物の量が多いために、オーステナイト粒は微細となる。また、焼入れによってオーステナイトからマルテンサイトに変態した組織は、上記の熱処理の場合、炭素濃度がやや低いので、浸炭窒化処理温度から焼入れた組織に比べて若干靱性に富んだ組織となる。すなわち、(c1)従来よりその量が多い未溶解の炭化物／窒

化物と、(c2)炭素濃度が従来より低い焼入れ組織となる。

- [0043] 上記の焼入れ温度は、780℃～830℃とされてもよい。ほとんど全ての鋼素材に対してこの温度域を適用し、焼入れ温度の管理を簡単化することができる。
- [0044] また、上記の軌道盤およびころの少なくとも1つにおいて、浸炭窒化処理前にプレス加工のような冷間加工が施されていてもよい。
- [0045] このような冷間加工の適用により、熱処理の際のオーステナイト粒の核発生密度が増し、細粒組織を得ることができる。
- [0046] さらに、上記の軌道盤およびころの少なくとも1つにおいて、500MPa以上の圧縮応力が付与されていてもよい。
- [0047] 上述したように、上記のマイクロ組織をベースに、さらに加工処理や熱処理を加え、上記の表層に圧縮応力を与えることにより、さらに長寿命化を図ることができる。
- [0048] なお、本明細書におけるオーステナイト結晶粒度番号とは、JIS G 0551のオーステナイト結晶粒度試験方法において定義されているオーステナイトの粒度番号である。
- [0049] また、本明細書におけるオーステナイト結晶粒とは、焼入加熱中に相変態したオーステナイトの結晶粒のことであり、これは、冷却によりマルテンサイトへ変態した後も、過去の履歴として残存しているものをいう。
- [0050] また、上記オーステナイト結晶粒は、対象とする部材の金相試料に対してエッチングなど、粒界を顕出する処理を施して観察することができる粒界であればよい。低温焼入れ直前の加熱された時点での粒界という意味で、旧オーステナイト粒と呼ぶ場合がある。測定は、JIS規格の粒度番号の平均値から平均粒径に換算して求めてもよいし、切片法などにより金相組織に重ねたランダム方向の直線が粒界と会合する間の間隔長さの平均値をとり、補正係数をかけて2次元から3次元の間隔長さにしてもよい。
- [0051] 残留オーステナイトの測定は、各種のX線回折法を用いて、オーステナイト相の適当な面指数の回折強度を求め、フェライト相の適当な面指数からの回折強度との比をとるなどして測定される。その際、回折ピークの高さを用いてもよいし、回折ピークの面積を用いてもよい。その他、オーステナイト相が非磁性体であり、フェライト相が



強磁性体であることを利用して、磁気天秤などにより磁化力を求めることによって測定できる。その他、市販の測定装置を用いて簡単に測定することができる。

[0052] また、上記低温焼入れの際にオーステナイト相はマルテンサイトなどに変態するが、上記残留オーステナイトは、異なる結晶面に沿って変態する隣り合うマルテンサイトの束の間などに、未変態のまま室温まで残ってしまったオーステナイトを指す。したがって、上記の平均粒径の範囲が限定されるオーステナイト結晶粒と直接の関係はない。

[0053] また表層部の窒素含有量が0.1質量%より少ないと効果がなく、特に異物混入条件での転動寿命が低下する。窒素含有量が0.7質量%より多いと、ボイドと呼ばれる空孔ができたり、残留オーステナイトが多くなりすぎて硬度が出なくなったりして短寿命になる。軌道盤に形成された窒素富化層については、窒素含有量は、研削後の軌道面の表層50  $\mu$ mにおける値であって、例えばEPMA (Electron Probe Micro-Analysis: 波長分散型X線マイクロアナライザ) で測定することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0054] [図1]本発明の実施の形態1におけるスラスト針状ころ軸受の構成を示す概略断面図である。

[図2]本発明の実施の形態1におけるスラスト針状ころ軸受の他の形態であり、ころが複列に配置されたスラスト針状ころ軸受の構成を示す概略断面図である。

[図3]本発明のスラスト針状ころ軸受の熱処理方法を説明する図である。

[図4]本発明のスラスト針状ころ軸受の熱処理方法の変形例を説明する図である。

[図5A]本発明の軸受部品のマイクロ組織、とくにオーステナイト粒を示す図である。

[図5B]従来の軸受部品のマイクロ組織、とくにオーステナイト粒を示す図である。

[図6A]図5Aを図解したオーステナイト粒界を示す図である。

[図6B]図5Bを図解したオーステナイト粒界を示す図である。

[図7]両斜板タイプの斜板式コンプレッサの構成を概略的に示す断面図である。

[図8]片斜板タイプの斜板式コンプレッサの構成を概略的に示す断面図である。

[図9]片斜板タイプの可変容量斜板式コンプレッサの構成を概略的に示す断面図である。

[図10]本発明の実施の形態2におけるオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造を示す概略断面図である。

[図11]本発明の実施の形態3におけるオートマチックトランスミッションのギヤ機構にてスラスト荷重を受ける支持構造を示す概略断面図である。

[図12]図11の領域Pを拡大して示す概略断面図である。

[図13]本発明の実施の形態4に係る無段変速機用の支持構造を示す概略断面図である。

[図14]図13のP部を拡大して示す断面図である。

[図15]本発明の実施の形態5におけるマニュアルトランスミッションの構成を示す概略断面図である。

#### 符号の説明

- [0055] 1, 505a, 505b, 506a, 506b, 570, 571 軌道盤、1a 貫通孔、2, 2a, 2b 針状ころ、3 保持器、3a, 3b 環状の部材、10, 10A, 10B, 510 スラスト針状ころ軸受、100 両斜板式コンプレッサ、102, 202, 302, 606 ハウジング、103 斜板、104 主軸、105 ラジアル軸受、106 シリンダボア、107 ピストン、108 凹陷部、109 シュー、200 片斜板式コンプレッサ、203 斜板、204, 304 主軸、207 ピストン、211 連結部材、215 ピストンロッド、300 可変容量斜板式コンプレッサ、303 ジャーナル、307 ピストン、312 ピストンサポート、313 ドライブピン、314 スリーブ、315 ピストンロッド、500 トルクコンバータ、501 インペラ、501a インペラブレード、501b インペラハブ、502 ステータ、503 タービン、503a タービンブレード、503b タービンハブ、504 一方向クラッチ、551, 561, 601a 軸、552 ケース、553, 558, 563 軸受、554 シンクロハブ、555, 557 アイドルギヤ、555a クラッチギヤ、559 軸外径部、559a 右側段面、559b 左側段面、565, 567 ギヤ、568 シザーズギヤ、600 無段変速機構、601 プライマリ軸、601b サンギア、602 プライマリプーリ、602a 固定プーリ、602b 可動プーリ、603 セカンダリ軸、604 セカンダリプーリ、604a 固定プーリ、604b 可動プーリ、605 ベルト、610 前後進切換機構、611 転がり軸受、612 支持部材、612a プラネタリピニオン、613 支持部材、613a リングギヤ、615, 616 多板クラッチ、650 マニュアル

トランスミッション、661 入力シャフト、662 出力シャフト、663 カウンターシャフト、664aー664k ギア、665 ハウジング、660Aー660D 転がり軸受。

### 発明を実施するための最良の形態

[0056] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

[0057] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1におけるスラスト針状ころ軸受の構成を示す概略断面図である。図1を参照して、このスラスト針状ころ軸受10Aは、薄肉鋼板からなる1対の軌道盤1、1と、1対の軌道盤1、1の間で転動する複数の針状ころ2と、複数の針状ころ2を周方向に所定ピッチで保持する環状の保持器3とを有している。軌道盤1は、軸などを挿入するための貫通孔1aを中央部に有している。

[0058] このスラスト針状ころ軸受10Aの少なくとも軌道盤1は、表層部に窒素富化層を有し、その表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、その表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上である。また、その表層部の窒素濃度が0.05質量%以上0.4質量%以下であることが好ましい。

[0059] また、軌道盤1だけでなく針状ころ2または保持器3が、表層部に窒素富化層を有し、その表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、その表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であってもよい。また、その表層部の窒素濃度が0.05質量%以上0.4質量%以下であってもよい。

[0060] 上記においては、複数の針状ころ2が単列で配置された構成について説明したが、図2に示すように複数の針状ころ2が複列で配置されていてもよい。

[0061] 図2を参照して、スラスト針状ころ軸受10Bは、内径側の針状ころ2aと外径側の針状ころ2bとからなる複列の針状ころ2を有している。この場合、保持器3は、2枚の環状の部材3aと3bとが互いに接するように重ね合わされて構成されていることが好ましい。この環状の部材3aの内径側端部が環状の部材3b側へ折り曲げられて加締められ、かつ環状の部材3bの外径側端部が環状の部材3a側へ折り曲げられて加締められていることが好ましい。これにより、2枚の環状の部材3a、3bを加締固定して強固に一体化させることができる。

[0062] なお、ここでは複列の針状ころ2a、2bの長さL1、L2を同一としているが、使用条件

によって $L1 \leq L2$ 、 $L2 \leq L1$ を選択できる。外径側の針状ころ2bの長さ $L2$ を内径側の針状ころ2aの長さ $L1$ よりも長く、たとえば1.2倍の長さとすることにより、外径側の負荷容量を上げることが好ましい。

[0063] なお、上記以外のスラスト針状ころ軸受10Bの構成は、上述のスラスト針状ころ軸受10Aの構成とほぼ同じであるため同一の部材については同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0064] 次に、本実施の形態のスラスト針状ころ軸受10A、10Bの各々における軌道盤1、針状ころ2および保持器3の少なくとも1つの軸受部品に行う浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。

[0065] 図3および図4に、本発明のスラスト針状ころ軸受を形成するための熱処理方法を示す。図3は1次焼入れおよび2次焼入れを行なう方法を示す熱処理パターンであり、図4は焼入れ途中で材料を $A_1$ 変態点温度未満に冷却し、その後、再加熱して最終的に焼入れる方法を示す熱処理パターンである。どちらも本発明のスラスト針状ころ軸受の熱処理例である。

[0066] 図3を参照して、まず軸受部品用の鋼が $A_1$ 変態点以上の浸炭窒化処理温度 $T_1$  (845℃)に加熱され、その温度で軸受部品用の鋼に浸炭窒化処理が施される。温度処理 $T_1$ では鋼の素地に炭素や窒素が拡散され、また炭素が鋼に十分に溶け込ませられる。この後、軸受部品用の鋼は、処理 $T_1$ の温度から油焼入れを施されて、 $A_1$ 変態点未満の温度に冷却される。次いで230℃で焼戻しが行なわれるが、この焼戻しは省略することができる。

[0067] この後、軸受部品用の鋼が $A_1$ 変態点以上の温度で上記の浸炭窒化処理の温度未満の温度 $T_2$  (たとえば800℃)に再加熱され、その温度で保持することにより処理 $T_2$ が施された後、処理 $T_2$ の温度から油焼入れを施されて、 $A_1$ 変態点未満の温度に冷却される。次いで230℃で焼戻しが行なわれる。

[0068] 図4を参照して、まず軸受部品用の鋼が $A_1$ 変態点以上の浸炭窒化処理温度 $T_1$  (845℃)に加熱され、その温度で軸受部品用の鋼に浸炭窒化処理が施される。温度処理 $T_1$ では鋼の素地に炭素や窒素が拡散され、また炭素が鋼に十分に溶け込ませられる。この後、軸受部品用の鋼は焼入れされずに $A_1$ 変態点以下の温度に冷却される。

。この後、軸受部品用の鋼が $A_1$ 変態点以上の温度で上記の浸炭窒化処理の温度未満の温度 $T_2$ （たとえば800℃）に再加熱され、その温度で保持することにより処理 $T_2$ が施された後、処理 $T_2$ の温度から油焼入れを施されて、 $A_1$ 変態点未満の温度に冷却される。次いで230℃で焼戻しが行なわれる。

[0069] 上記の浸炭窒化処理により「浸炭窒化処理層」である窒素富化層が軸受部品用の鋼の表層部に形成される。浸炭窒化処理において素材となる鋼の炭素濃度が高いため、通常の浸炭窒化処理の雰囲気から炭素が鋼の表面に侵入しにくい場合がある。たとえば炭素濃度が高い鋼の場合（1質量％程度の鋼）、それ以上高い炭素濃度の浸炭層が生成する場合もあるし、それ以上高い炭素濃度の浸炭層は生成しにくい場合がある。しかし、窒素濃度は、Cr（クロム）濃度にも依存するが、通常の鋼では0.020質量％程度以下と低いので、素材の鋼の炭素濃度によらず窒素富化層が明瞭に生成される。上記窒素富化層には炭素が富化されていてもよいことはいうまでもない。

[0070] 上記の熱処理では、普通焼入れ（すなわち浸炭窒化処理に引き続いてそのまま1回焼入れ）するよりも、表層部を浸炭窒化しつつ、表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、かつ通常の荷重依存型の転動疲れによる内部起点型剥離にも効果があるため、スラスト針状ころ軸受の寿命を長寿命とすることができる。

[0071] 上記図3に示す熱処理パターンを適用した軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図5Aに示す。また、比較のため、従来の熱処理方法による軸受鋼のオーステナイト結晶粒度を図5Bに示す。また、図6Aおよび図6Bに、上記図5Aおよび図5Bを図解したオーステナイト結晶粒度を示す。これらオーステナイト結晶粒度を示す組織より、従来のオーステナイト粒径はJIS (Japanese Industrial Standard) 規格の粒度番号で10番であり、また本発明による熱処理方法によれば12番の細粒を得ることができる。また、図5Aの平均粒径は、切片法で測定した結果、5.6  $\mu\text{m}$ であった。

[0072] 次に、本実施の形態のスラスト針状ころ軸受10B（図2）を用いたカーエアコン・コンプレッサについて説明する。

[0073] 図7は、本発明の実施の形態1におけるスラスト針状ころ軸受を用いたコンプレッサ

の構成を示す概略断面図である。図7を参照して、コンプレッサとしてたとえば両斜板タイプの斜板式コンプレッサ100が示されている。この斜板式コンプレッサ100は、主軸104に固定された斜板103の回転により、斜板103上を摺動するシュー109を介してピストン107が往復作動するようにしたものである。

[0074] ハウジング102内に、斜板103を固定した主軸104が、ラジアル軸受105を介して回転自在に支持されている。ハウジング102には円周方向の等間隔位置に複数のシリンダボア106が形成され、各ボア106内に両頭形のピストン107が摺動自在に収容されている。各ピストン107の中央部分に斜板103の外周部を跨ぐようにして凹陷部108が形成され、この凹陷部108の軸方向対向面に球面座を形成して球または半球状のシュー109を着座させてある。シュー109が斜板103とピストン107との間に介在して斜板103の回転運動をピストン107の往復運動に円滑に変換させる働きをする。

[0075] 斜板103は主軸104に固定されていて、主軸104とともに回転する。そして、上述のように斜板103はピストン107を往復運動させる働きをするものであるため、主軸104の軸方向にスラスト荷重が発生する。それゆえ、そのスラスト荷重を受ける支持構造として、スラスト針状ころ軸受10Bが使用されている。このスラスト針状ころ軸受10Bは、上述したように1対の軌道盤1、1と、複列の針状ころ2a、2bと、保持器3とを有している。1対の軌道盤1の一方は斜板103に組み付けられており、1対の軌道盤1の他方はハウジング102側に組み付けられている。

[0076] また、上記の実施の形態においては、コンプレッサとしてたとえば両斜板タイプの斜板式コンプレッサについて説明したが、本発明のスラスト針状ころ軸受は他のタイプの斜板式コンプレッサ、スクロール形コンプレッサなどにも適用することができる。また、他のタイプの斜板式コンプレッサとしては、たとえば片斜板タイプの斜板式コンプレッサや片斜板タイプの可変容量斜板式コンプレッサがある。

[0077] 片斜板タイプの斜板式コンプレッサ200の場合には、図8に示すように連結部材211とハウジング202との間および連結部材211と斜板203との間の各々に、スラスト荷重を受ける支持構造として本実施の形態の複列のスラスト針状ころ軸受10Bが配置されている。なお、連結部材211とは、斜板203とピストン207とを連結するための部

材である。このコンプレッサ200では、主軸204の回転に伴って斜板203が回転し、それにより連結部材211が揺動運動することでピストンロッド215を介してピストン207がシリンダ内を往復運動する。

[0078] また、片斜板タイプの可変容量斜板式コンプレッサ300の場合には、図9に示すように斜板に対応するジャーナル303とピストンサポート312との間に、スラスト荷重を受ける支持構造として本実施の形態の複列のスラスト針状ころ軸受10Bが配置される。また、ハウジング302と主軸304のスリーブ314との間にも、スラスト荷重を受ける支持構造として本実施の形態の複列のスラスト針状ころ軸受10Bが配置される。

[0079] このコンプレッサ300では、主軸304の回転に伴ってジャーナル303(斜板)が回転し、それによりピストンサポート312が揺動運動することでピストンロッド315を介してピストン307がシリンダ内を往復運動する。なお、このコンプレッサ300では、ドライブピン313と連結されたスリーブ314を主軸304に対して軸方向にスライドさせることによりジャーナル303の傾斜角度を変更することが可能であり、それにより可変容量が実現されている。

[0080] なお、上記においてはカーエアコン・コンプレッサに複列のスラスト針状ころ軸受10Bを設けた場合について説明したが、この複列のスラスト針状ころ軸受10Bの代わりに図1に示す単列のスラスト針状ころ軸受10Aが設けられてもよい。

[0081] なお、上記においてはスラスト針状ころ軸受をカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造に用いた場合について示したが、本発明のスラスト針状ころ軸受はこのような場合の他、たとえばマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造として用いられてもよい。

[0082] (実施の形態2)

図10は、本発明の実施の形態2に係るオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造を示す概略断面図である。図10を参照して、オートマチックトランスミッションは、通常、トルクコンバータ500と、プラネタリギア機構(図示せず)とで成り立っている。

[0083] トルクコンバータ500は、インペラ501と、ステータ502と、タービン503とを主に有している。本実施の形態のオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持

構造は、たとえばインペラ501とステータ502との間、およびステータ502とタービン503との間に組み付けられたスラスト針状ころ軸受510である。

[0084] このトルクコンバータ500においては、エンジンの出力軸に連結されるインペラ501と、オートマチックトランスミッションの入力軸に連結されるタービン503とが互いに対向するように配置されている。また、ステータ502は、ケーシングに固定されたステータシャフトに一方向クラッチ504を介して取り付けられている。このステータ502は、それぞれ腕状に形成されたインペラブレード501aとタービンブレード503aとの間で還流する流体を、これらの内径側でタービン503側からインペラ501側へ戻す際に、流体の流れ方向を変えてインペラ501に順方向の回転力を付与し、伝達トルクを増幅するものである。

[0085] インペラ501とステータ502との間のスラスト針状ころ軸受510は、針状ころ2と、保持器3と、軌道盤505a、505bとを有している。軌道盤505aはインペラハブ501bに組み付けられており、軌道盤505bはステータ502側に組み付けられている。

[0086] ステータ502とタービン503との間のスラスト針状ころ軸受510は、針状ころ2と、2枚の保持器3と、軌道盤506a、506bとを有している。軌道盤506aはタービンハブ503bに組み付けられており、軌道盤506bはステータ502側に組み付けられている。

[0087] 本実施の形態において、上記のインペラ501とステータ502の間およびステータ502とタービン503との間に組み付けられるスラスト針状ころ軸受510の各々は、図1に示されるスラスト針状ころ軸受10Aもしくは図2で示されるスラスト針状ころ軸受10Bで構成されている。なお、スラスト針状ころ軸受510の軌道盤505a、505bおよび軌道盤506a、506bの各々は、スラスト針状ころ軸受10Aおよび10Bの軌道盤1に対応している。スラスト針状ころ軸受510の構成および各部材に対して行なう熱処理方法については、実施の形態1と同様であるので、その説明を省略する。

[0088] (実施の形態3)

上記実施の形態2においては、オートマチックトランスミッションのトルクコンバータ部におけるスラスト荷重を受ける支持構造について説明したが、オートマチックトランスミッションのギヤ機構部におけるスラスト荷重を受けるスラスト針状ころ軸受として上記実施の形態2のスラスト針状ころ軸受を用いることができる。以下、オートマチックト



ランスミッションのギヤ機構部においてスラスト荷重を受ける支持構造に、実施の形態1に採用したスラスト針状ころ軸受を適用した場合を例に挙げて説明する。

- [0089] 図11は、本発明の実施の形態3におけるオートマチックトランスミッションのギヤ機構にてスラスト荷重を受ける支持構造を示す概略断面図である。また、図12は、図11の領域Pを拡大して示す概略断面図である。
- [0090] 図11と図12とを参照して、軸551はメインシャフトであり、ケース552内に前後の軸受553で回転自在に支持されている。軸551の外周には、シンクロハブ554が設けられ、その片側に隣接してアイドルギヤ555が転がり軸受558を介して回転自在に設けられている。アイドルギヤ555は、3速メインギヤとなるものであり、シンクロハブ554側にクラッチギヤ555aを有している。3速メインギヤとなるアイドルギヤ555の右方における軸551の外周には、拡張部559が形成されており、この拡張部559の右側には、その右側段面559aに接して別のアイドルギヤ557が転がり軸受を介して軸551に回転自在に設けられている。このアイドルギヤ557は、別のシンクロハブに係脱する2速メインギヤとなるものである。
- [0091] 軸561はカウンターシャフトであり、上記軸551と平行にケース552内に軸受563等の軸受で回転自在に支持されている。この軸561には軸551側の上記アイドルギヤ555、557に噛み合うギヤ565、567が各々固定状態に設けられている。
- [0092] 3速メインギヤとなるアイドルギヤ555の幅面と、メインシャフトとなる軸551の軸拡張部559の左側段面559bとの間には、アイドルギヤ555と径が同じで歯数が若干異なるシザーズギヤ(すなわち介在用のギヤ)568が、アイドルギヤ555の幅面に接して軸551に回転自在に設けられている。これらアイドルギヤ555およびシザーズギヤ568は、カウンターシャフトである軸561の同じギヤ565に噛み合う。なお、シザーズギヤ568は、アイドルギヤ555と同じギヤ565に噛み合い可能なものであれば良いが、本実施の形態では、ピッチ円、歯先円、および歯元円のいずれの径もアイドルギヤ555と同じ径としてある。シザーズギヤ568とアイドルギヤ555の歯数の違いは、一枚以上とすることが好ましい。上記シザーズギヤ568と上記軸拡張部559の左側段面559bとの間には支持構造としてスラスト針状ころ軸受510が介在させてある。
- [0093] また、このスラスト針状ころ軸受510は、実施の形態1と同様、針状ころ2と、保持器

3と、軌道盤1とを有している。このスラスト針状ころ軸受510の上記シザーズギヤ568に接するギヤ側軌道盤570は軸551に対して回転自在とされており、軸拡張部559の左側段面559bに接する軌道盤571は軸551にキー等で固定される場合が多い。

[0094] このスラスト針状ころ軸受510では、針状ころ2が複列の針状ころ2a、2bよりなっている。

[0095] この構成によると、シンクロハブ554がアイドルギヤ555のクラッチギヤ555aに噛み合うシフト状態のとき、軸551とアイドルギヤ555は同期回転するが、シザーズギヤ568の歯数はアイドルギヤ555と若干異ならせてあるので、軸551とシザーズギヤ568とは相対回転することになる。その結果、スラスト針状ころ軸受510におけるギヤ側軌道盤570と軸固定側軌道盤571との間に相対回転が生じ、針状ころ2も自転・公転することになる。

[0096] また、実施の形態2および3においては、オートマチックトランスミッションの場合について説明したが、本発明は広くトランスミッション全般に用いられるスラスト支持構造に適用され、特にトランスミッションの添加剤入りのオイル(潤滑油)中で使用されるスラスト支持構造に適用され得る。

[0097] また、スラスト荷重を受ける支持構造をタービンとステータとの間、およびステータとインペラとの間に組み込んだ場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、これ以外のオートマチックトランスミッション内でスラストを受ける部分に適用することもできる。

[0098] (実施の形態4)

図13は、本発明の実施の形態4に係る無段変速機用の支持構造を示す概略断面図である。図13を参照して、エンジン(図示せず)により発生された駆動力はクランクシャフト(図示せず)からトルクコンバータ(図示せず)と前後進切換機構610とを介して無段変速機構600に伝達されるようになっている。

[0099] 前後進切換機構610は、プラネタリギア機構と、多板クラッチ615、616とを有している。プラネタリギア機構は、軸601aに支持部材613を介して固定されたリングギア613aと、プライマリ軸601に固定されたサンギア601bと、支持部材612に回転可能に支持されたプラネタリピニオン612aとを有している。このプラネタリピニオン612aは

リングギア613aおよびサンギア601bの各々に噛み合っている。

- [0100] 多板クラッチ615は、支持部材612の外周とハウジング606の内周との間に後退用ブレーキとして組み込まれている。また、多板クラッチ616は、プライマリ軸601の外周と支持部材613の内周との間に前進用クラッチとして組み込まれている。また、多板クラッチ615、616の各々に油圧を供給できる機構(図示せず)が設けられている。
- [0101] 油圧を供給して多板クラッチ(前進用クラッチ)616を接続状態にすると、軸601aの回転はプライマリ軸601に正方向に伝達される。また、油圧を供給して多板クラッチ(後退用ブレーキ)615を接続状態にすると、軸601aの回転はプライマリ軸601に逆方向に伝達される。これにより、前進と後進とを制御することができる。
- [0102] 無段変速機構600は、前後進切換機構610に連結される入力側のプライマリ軸601と、このプライマリ軸601に設けられるプライマリプーリ602と、プライマリ軸601に平行となった出力側のセカンダリ軸603と、セカンダリ軸603に設けられるセカンダリプーリ604と、プライマリプーリ602およびセカンダリプーリ604の双方に掛け渡されるベルト605とを有している。
- [0103] プライマリプーリ602は、プライマリ軸601に固定された固定プーリ602aと、これに対向してプライマリ軸601にボールスプラインなどにより軸方向に摺動自在に装着される可動プーリ602bとを有している。この可動プーリ602bが軸方向に摺動することにより、プーリのコーン面間隔、つまりプーリ溝幅が可変となっている。
- [0104] セカンダリプーリ604は、セカンダリ軸603に固定された固定プーリ604aと、これに対向してセカンダリ軸603にボールスプラインなどにより軸方向に摺動自在に装着される可動プーリ604bとを有している。この可動プーリ604bが軸方向に摺動することにより、プーリのコーン面間隔、つまりプーリ溝幅が可変となっている。
- [0105] 両方のプーリの溝幅を変化させることにより、ベルト605のプーリ602との接触径とプーリ604との接触径とが変化する。これにより、それぞれのプーリ602、604に対するベルト605の巻付け径の比率が変化する。このため、プライマリ軸601の回転が無段階に変速されてセカンダリ軸603に伝達されることとなる。
- [0106] 本実施の形態では、この入力側の軸601aおよびプライマリ軸601や、出力側のセカンダリ軸603のスラスト荷重を受けるためにスラスト針状ころ軸受10が設けられてい

る。

[0107] 図14は、スラスト針状ころ軸受の配置の様子を示す図13のP部を拡大して示す断面図である。図14を参照して、スラスト針状ころ軸受10は、たとえばプライマリ軸601を回転可能に支持する転がり軸受611の内輪と支持部材612との間、支持部材612とサンギア601bとの間、サンギア601bと支持部材613との間、支持部材613とハウジング606との間などに配置されている。各スラスト針状ころ軸受10は、針状ころ2と、その針状ころ2を保持するための2枚の保持器3、4とを有している。この針状ころ2は、たとえば複列の針状ころ2a、2bよりなっている。

[0108] 本実施の形態におけるスラスト針状ころ軸受10の各々は、図2に示されるスラスト針状ころ軸受10Bで構成されている。また、図1で示されるスラスト針状ころ軸受10Aで構成されていてもよい。スラスト針状ころ軸受10の構成および各部材に対して行なう熱処理方法については、実施の形態1と同様であるので、その説明を省略する。

[0109] (実施の形態5)

図15は、本発明の実施の形態5におけるマニュアルトランスミッションの構成を示す概略断面図である。図15を参照して、マニュアルトランスミッション650は、常時噛合い式のマニュアルトランスミッションであって、4つのスラスト針状ころ軸受10Aと、入力シャフト661と、出力シャフト662と、カウンターシャフト663と、ギア(歯車)664aー664kと、ハウジング665とを主に有している。

[0110] 入力シャフト661は、転がり軸受660Aによりハウジング665に回転可能に支持されている。この入力シャフト661の外周にはギア664aが形成されており、内周にはギア664bが形成されている。

[0111] 出力シャフト662は、一方側(図中左側)において転がり軸受660Bによりハウジング665に回転可能に支持されており、他方側(図中右側)において転がり軸受660Cにより入力シャフト661に回転可能に支持されている。この出力シャフト662には、ギア664cー664gが取り付けられている。

[0112] ギア664cおよびギア664dはそれぞれ同一部材の外周と内周に形成されている。ギア664cおよびギア664dが形成された部材は転がり軸受660Dにより出力シャフト662に回転可能に支持されている。ギア664eは、出力シャフト662と一緒に回転す

るように、かつ出力シャフト662の軸方向にスライド可能なように、出力シャフト662に取り付けられている。

[0113] また、ギア664fおよびギア664gの各々は同一部材の外周に形成されている。ギア664fおよびギア664gが形成された部材は、出力シャフト662と一緒に回転するように、かつ出力シャフト662の軸方向にスライド可能なように出力シャフト662に取り付けられている。ギア664fおよびギア664gが形成された部材が、図中左側にスライドした場合にはギア664fはギア664bと噛合い可能であり、図中右側にスライドした場合にはギア664gとギア664dとが噛合い可能である。

[0114] カウンターシャフト663は、ギア664h〜664kなどを有している。カウンターシャフト663とハウジング665との間には、4つのスラスト針状ころ軸受10Aが配置されており、これによってカウンターシャフト663の軸方向の荷重(スラスト荷重)が支持されている。ギア664hはギア664aと常時噛合っており、かつギア664iはギア664cと常時噛合っている。また、ギア664jは、ギア664eが図中左側にスライドした場合に、ギア664eと噛合い可能である。ギア664kはギア664eが図中右側にスライドした場合に、ギア664eと噛合い可能である。

[0115] 次に、マニュアルトランスミッション650の変速動作について説明する。

[0116] マニュアルトランスミッション650では、入力シャフト661のギア664aと、カウンターシャフト663のギア664hとの噛み合わせによって、入力シャフト661の回転がカウンターシャフト663へ伝達される。そして、カウンターシャフト663のギア664i〜664kと出力シャフト662のギア664c、664eとの噛み合わせ、または出力シャフト662のギア664dとギア664gとの噛み合わせによって、カウンターシャフト663の回転が出力シャフト662へ伝達される。これにより、入力シャフト661の回転が出力シャフト662へ伝達される。

[0117] 入力シャフト661の回転が出力シャフト662へ伝達される際には、入力シャフト661およびカウンターシャフト663の間で噛合うギアと、カウンターシャフト662および出力シャフト663の間で噛合うギアとを変えることによって、入力シャフト661の回転速度に対して出力シャフト662の回転速度を段階的に変化させることができる。また、カウンターシャフト663を介さずに入力シャフト661のギア664bと出力シャフト662のギア

664fとを直接噛合わせることによって、入力シャフト661の回転を出力シャフト662へ直接伝達することもできる。

- [0118] 以下に、マニュアルトランスミッション650の変速動作をより具体的に説明すると、ギア664fがギア664bと噛合わず、ギア664gがギア664dと噛合わず、かつギア664eがギア664jと噛合う場合には、入力シャフト661の駆動力は、ギア664a、ギア664h、ギア664jおよびギア664eを介して出力シャフト662に伝達される。これはたとえば第1速とされる。
- [0119] ギア664gがギア664dと噛合い、ギア664eがギア664jと噛合わない場合には、入力シャフト661の駆動力は、ギア664a、ギア664h、ギア664i、ギア664c、ギア664dおよびギア664gを介して出力シャフト662に伝達される。これはたとえば第2速とされる。
- [0120] ギア664fがギア664bと噛合い、ギア664eがギア664jと噛合わない場合には、入力シャフト661はギア664bおよびギア664fとの噛合いにより出力シャフト662に直結され、入力シャフト661の駆動力は直接出力シャフト662に伝達される。これはたとえば第3速(トップ)とされる。
- [0121] 本実施の形態では、マニュアルトランスミッション650のスラスト荷重を受ける支持構造は、カウンターシャフト663のスラスト荷重を受ける4つのスラスト針状ころ軸受10Aを有している。スラスト針状ころ軸受10Aの各々は、図1に示されるスラスト針状ころ軸受10Aで構成されている。また、図2で示されるスラスト針状ころ軸受10Bで構成されていてもよい。スラスト針状ころ軸受10A、10Bの構成および各部材に対して行なう熱処理方法については、実施の形態1と同様であるので、その説明を省略する。
- [0122] なお、本実施の形態では、マニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造がカウンターシャフト663のスラスト荷重を受けるスラスト針状ころ軸受10Aを有する場合に付いて示したが、本発明のマニュアルトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造はこのような場合の他、入力シャフトや出力シャフトのスラスト荷重を受けるスラスト針状ころ軸受を有していてもよい。

## 実施例

- [0123] 次に本発明の実施例について説明する。

- [0124] SUJ2材(JIS規格:高炭素クロム軸受鋼鋼材)、SCM415M(JIS規格:クロムモリブデン鋼鋼材)、およびS70C(JIS規格:機械構造用炭素鋼鋼材)のそれぞれからなる、プレス加工が可能な鋼板および鋼帯製の軌道盤(厚み3mm以下)と、ころとを準備した。この軌道盤ところとに各種の熱処理を施した。この熱処理としては、図3および図4に示すようなヒートパターンでの熱処理(特殊熱処理)、浸炭窒化処理、焼入れ(ズブ焼入れ、高温焼入れ、2回焼入れ)、浸炭などである。
- [0125] 特殊熱処理では、RXガスとアンモニアガスとの混合ガスの雰囲気中で温度840℃で一定時間保持して浸炭窒化処理を施した後、その温度から1次焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。次いで浸炭窒化処理を施した温度より低い温度800℃に再加熱してその温度で一定時間保持してから2次焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0126] 浸炭窒化処理では、温度840℃で一定時間保持して浸炭窒化処理を施した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0127] 浸炭窒化処理+焼入れ処理では、温度840℃で一定時間保持して浸炭窒化処理を施した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。次いで温度840℃に再加熱してその温度で一定時間保持した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0128] 浸炭処理では、温度850℃で一定時間保持して浸炭処理を施した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0129] ズブ焼入れ処理では、温度850℃で一定時間保持した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0130] 高温焼入れ処理では、温度880℃で一定時間保持した後、その温度から焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0131] 2回焼入れ処理では、温度840℃で一定時間保持した後、その温度から1回目の焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。次いで温度840℃に再加熱してその温度で一定時間保持した後、その温度から2回目の焼入れを行ない、さらに温度230℃で焼戻しを行なった。
- [0132] これらの各処理を施した軌道盤の結晶粒番号、残留オーステナイト量および表層

部の窒素含有量を表1に示す。

[0133] なお、結晶粒度の測定は、JIS G 0551の鋼のオーステナイト結晶粒度試験方法に基づいて行った。また、同一の条件で作成した10個の試験サンプルの平均値を求めた。

[0134] また、残留オーステナイト量の測定は、X線回折法により軌道面の4箇所の位置のそれぞれの表面下0.05mmの深さで行なった。また、同一の条件で作成した10個の試験サンプルの平均値(つまり10個×4箇所の平均値)を求めた。

[0135] また、軌道盤の表層部の窒素含有量の測定は、軌道面に対して垂直に切断してEPMを用いた分析により行なった。また、同一の条件で作成した5個の試験サンプルの平均値を求めた。

[0136] [表1]

試験サンプルの材質

	軌道輪の材料 および熱処理	結晶粒度 番号 (No.)	残留 オーステナイト量 (体積%)	表面の 窒素含有量 (質量%)
本 発 明 例	SUJ2 特殊熱処理	12.5	8.2	0.25
	SCM415M 特殊熱処理	12.0	22.2	0.29
	S70C 特殊熱処理	11.5	15.4	0.27
比 較 例	SUJ2 浸炭窒化処理	10.5	28	0.28
	SCM415M 浸炭窒化処理	10.0	32.4	0.33
	SCM415M 浸炭窒化処理+焼入	11.0	27.6	0.31
	S70C 浸炭窒化処理	9.5	26.6	0.3
	SUJ2 スラブ焼入	10.0	4.2	0
	SCM415M 浸炭	9.5	28.2	0
	S70C スラブ焼入	9.5	3.8	0
	SUJ2 高温焼入	9.0	10.8	0
	SUJ2 2回焼入	11.5	4.0	0

[0137] 表1の結果から、特殊熱処理を施した軌道盤の試料サンプルでは、SUJ2、SCM415MおよびS70Cのいずれにおいても、表層部に窒素富化層が確認され、表層部のオーステナイトの結晶粒度番号が11番以上であり、残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、かつ表層部の窒素含有量が0.1質量%以上0.7質



量%以下であった。

[0138] 一方、特殊熱処理以外の熱処理を施した軌道盤の試料サンプルでは、11番以上のオーステナイト結晶粒度番号および5体積%以上25体積%以下の残留オーステナイト量のいずれか一方または双方が得られなかった。

[0139] 次に、上記の各軌道盤ところとを組み合わせでスラスト針状ころ軸受を作成し、そのスラスト針状ころ軸受の寿命試験を行なった。寿命試験の試験条件を表2に、また寿命試験の試験結果を表3に示す。

[0140] [表2]

試験条件	
荷重	4000N
回転速度	8000 r/min
潤滑	ミッションオイル 循環給油, 自然昇温

[0141] [表3]

事例	No.	特 徴	寿命比 (L10)
本 発 明 例	1	軌道輪, ころ : SUJ2 特殊熱処理	17.2
	2	軌道輪 : SUJ2 特殊熱処理 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	16.5
	3	軌道輪 : SCM415M 特殊熱処理 ころ : SUJ2 特殊熱処理	10.8
	4	軌道輪 : SCM415M 特殊熱処理 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	8.5
	5	軌道輪 : S70C 特殊熱処理 ころ : SUJ2 特殊熱処理	14.2
	6	軌道輪 : S70C 特殊熱処理 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	13.1
比 較 例	7	軌道輪 : SCM415M 浸炭窒化処理 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	3.0
	8	軌道輪 : SCM415M 浸炭窒化処理+焼入 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	3.3
	9	軌道輪 : SCM415M 浸炭窒化処理 ころ : SUJ2 スグ焼入	1.5
	10	軌道輪, ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	4.2
	11	軌道輪 : S70C 浸炭窒化処理 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	3.4
	12	軌道輪 : SCM415M 浸炭 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	1.0
	13	軌道輪 : SCM415M 浸炭 ころ : SUJ2 スグ焼入	0.5
	14	軌道輪 : SUJ2 スグ焼入 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	0.9
	15	軌道輪 : SUJ2 高温焼入 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	1.0
	16	軌道輪 : SUJ2 2回焼入 ころ : SUJ2 浸炭窒化処理	0.9
	17	軌道輪 : SUJ2 スグ焼入 ころ : SUJ2 スグ焼入	0.4
	18	軌道輪 : S70C スグ焼入 ころ : SUJ2 スグ焼入	0.4

※特殊熱処理: 開発熱処理

[0142] 表3の結果から、特殊熱処理が施された軌道盤を有するスラスト針状ころ軸受では、特殊熱処理以外の熱処理を施された軌道盤を有するスラスト針状ころ軸受と比較して、L10寿命(サンプルとなるスラスト針状ころ軸受の90%が破損しないで使える負荷回数)が向上し、長寿命となっている。また、軌道盤同士ところ同士が同じ材質であ

っても、軌道盤だけでなくころにも特殊熱処理を施すことによりさらにL10寿命が向上し長寿命となることがわかる。

- [0143] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 産業上の利用可能性

- [0144] 本発明は、特にカーエアコン・コンプレッサおよびトランスミッション(マニュアルトランスミッション、オートマチックトランスミッション、および無段変速機)用のスラスト針状ころ軸受に関するものである、また、本発明は、特にスラスト針状ころ軸受の表面起点型剥離などの表面損傷での早期破損に対して効果があり、スラスト針状ころ軸受の通常の荷重依存型の転動疲れにも効果がある、長寿命な無段変速機用の支持構造に関するものである。

## 請求の範囲

- [1] 薄肉鋼板からなる軌道盤(1)と針状ころ(2)とを有するスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)において、少なくとも前記軌道盤(1)が表層部に窒素富化層を有し、前記表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、前記表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であることを特徴とする、スラスト針状ころ軸受(10A, 10B)。
- [2] 前記表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲であることを特徴とする、請求の範囲第1項に記載のスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)。
- [3] 主軸(104, 204, 304)の回転に伴って斜板(103, 203, 303)が回転し、それによりピストン(107, 207, 307)が揺動運動するカーエアコン・コンプレッサ(100, 200, 300)のスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)であって、  
前記斜板(103, 203, 303)の回転により生じたスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤(1)と針状ころ(2)とを有するスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)において、少なくとも前記軌道盤(1)側が表層部に窒素富化層を有し、前記表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、前記表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であることを特徴とする、カーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)。
- [4] 前記表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲であることを特徴とする、請求の範囲第3項に記載のカーエアコン・コンプレッサのスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)。
- [5] ステータ(502)を挟んで互いに対面するインペラ(501)とタービン(503)とを有するトルクコンバータ(500)を備えたオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造(510)であって、  
前記ステータ(502)と前記インペラ(501)との間および前記ステータ(502)と前記タービン(503)との間の少なくともいずれかに、薄肉鋼板からなる軌道盤(1)と針状ころ(2)とを有するスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)を備え、  
少なくとも前記軌道盤(1)が表層部に窒素富化層を有し、前記表層部の残留オーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、前記表層部のオーステナイト結晶

粒度番号が11番以上であることを特徴とする、オートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造(510)。

- [6] 前記表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲であることを特徴とする、請求の範囲第5項に記載のオートマチックトランスミッションのスラスト荷重を受ける支持構造(510)。

- [7] 入力軸(601)の回転が無段階に変化して出力軸(603)に伝達される無段変速機(600)用の支持構造(10)であって、

前記入力軸(601)および前記出力軸(603)のいずれかの回転により生じたスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤(1)と針状ころ(2)とを有するスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)において、少なくとも前記軌道盤(1)側が表層部に窒素富化層を有し、前記表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、前記表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であることを特徴とする、無段変速機(600)用の支持構造(10)。

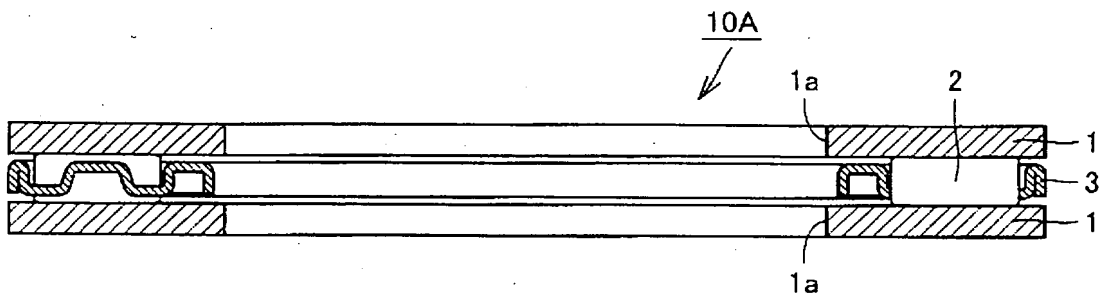
- [8] 前記表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲であることを特徴とする、請求の範囲第7項に記載の無段変速機(600)用の支持構造(10)。

- [9] 入力シャフト(661)の歯車(664a, 664b)とカウンターシャフト(663)の歯車(664h〜664k)との噛み合わせおよびカウンターシャフト(663)の歯車(664h〜664k)と出力シャフト(662)の歯車(664c〜664g)との噛み合わせにより、前記入力シャフト(661)の回転速度に対して前記出力シャフト(662)の回転速度を段階的に変化させることが可能なマニュアルトランスミッション(650)のスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)であって、

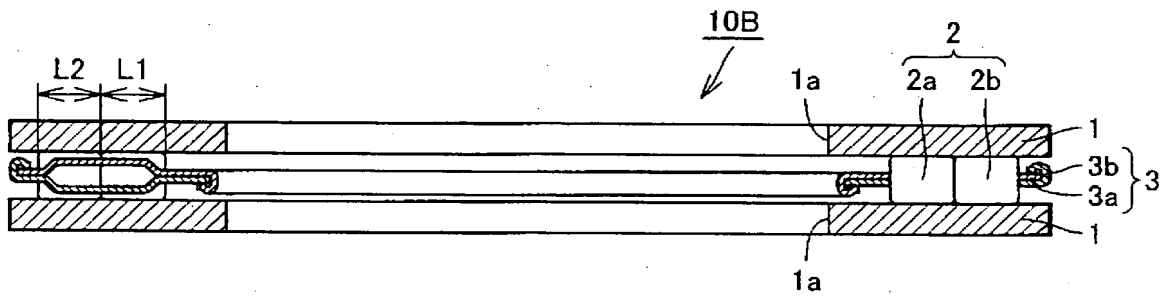
前記入力シャフト(661)、前記カウンターシャフト(663)、および前記出力シャフト(662)のいずれかのスラスト荷重を受け、かつ薄肉鋼板からなる軌道盤(1)と針状ころ(2)とを有するスラスト針状ころ軸受(10A, 10B)において、少なくとも前記軌道盤(1)側が表層部に窒素富化層を有し、前記表層部のオーステナイト量が5体積%以上25体積%以下であり、前記表層部のオーステナイト結晶粒度番号が11番以上であることを特徴とする、マニュアルトランスミッション(650)のスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)。

- [10] 前記表層部の窒素含有量が0.1質量%〜0.7質量%の範囲であることを特徴とする、請求の範囲第9項に記載のマニュアルトランスミッション(650)のスラスト荷重を受ける支持構造(10A, 10B)。

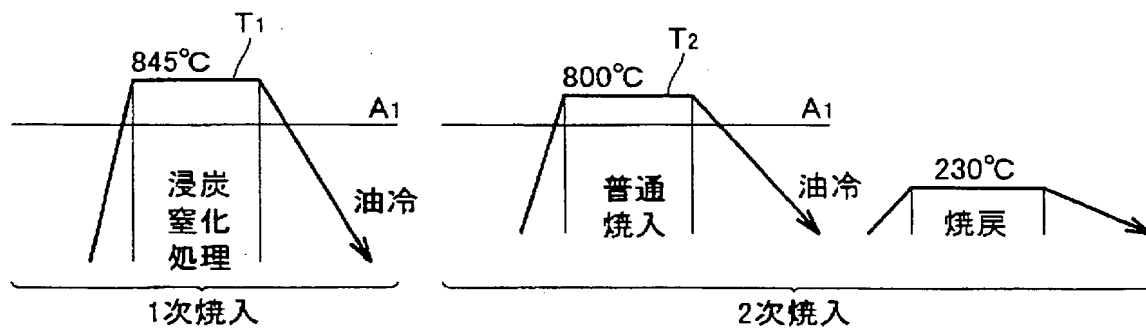
[図1]



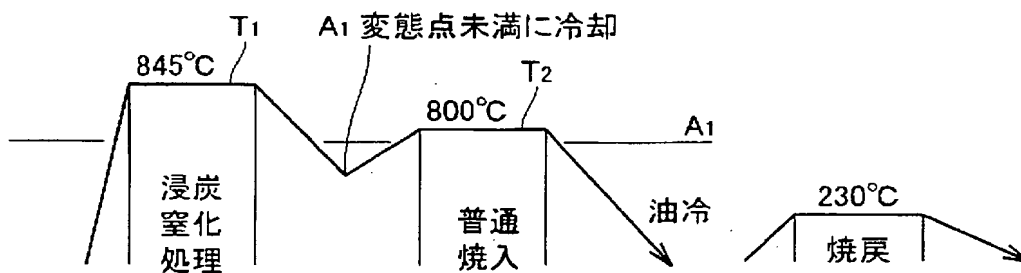
[図2]



[図3]

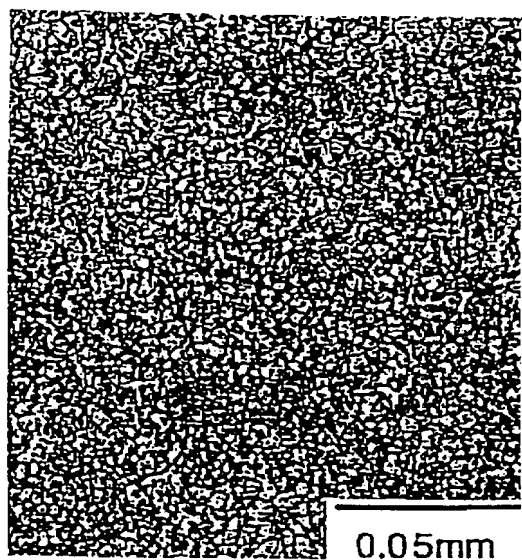


[図4]

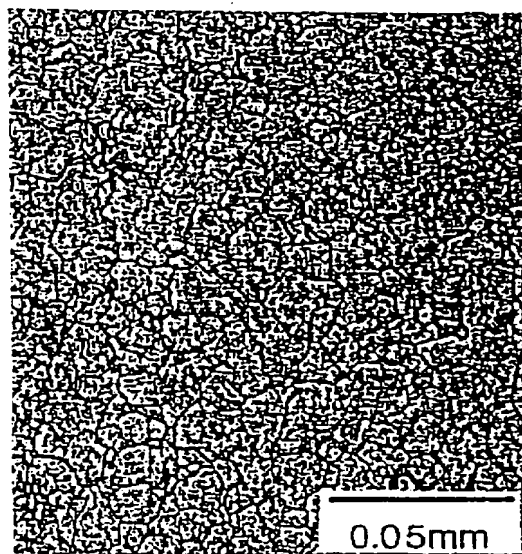




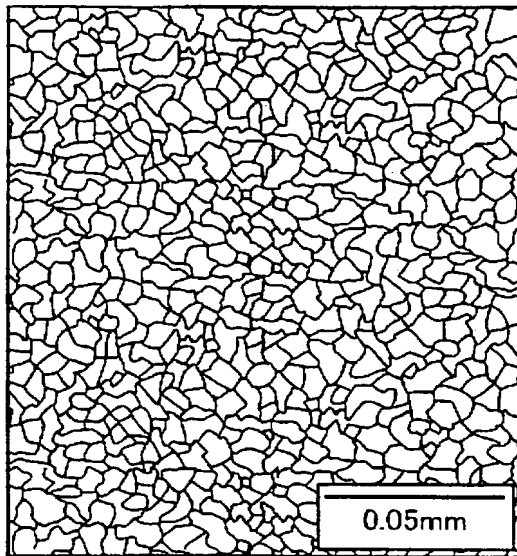
[図5A]



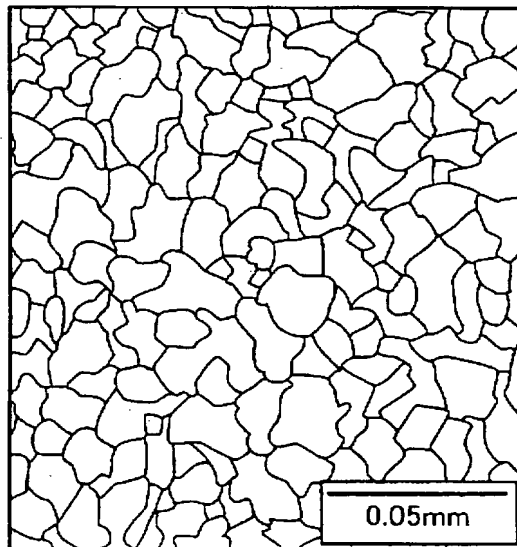
[図5B]



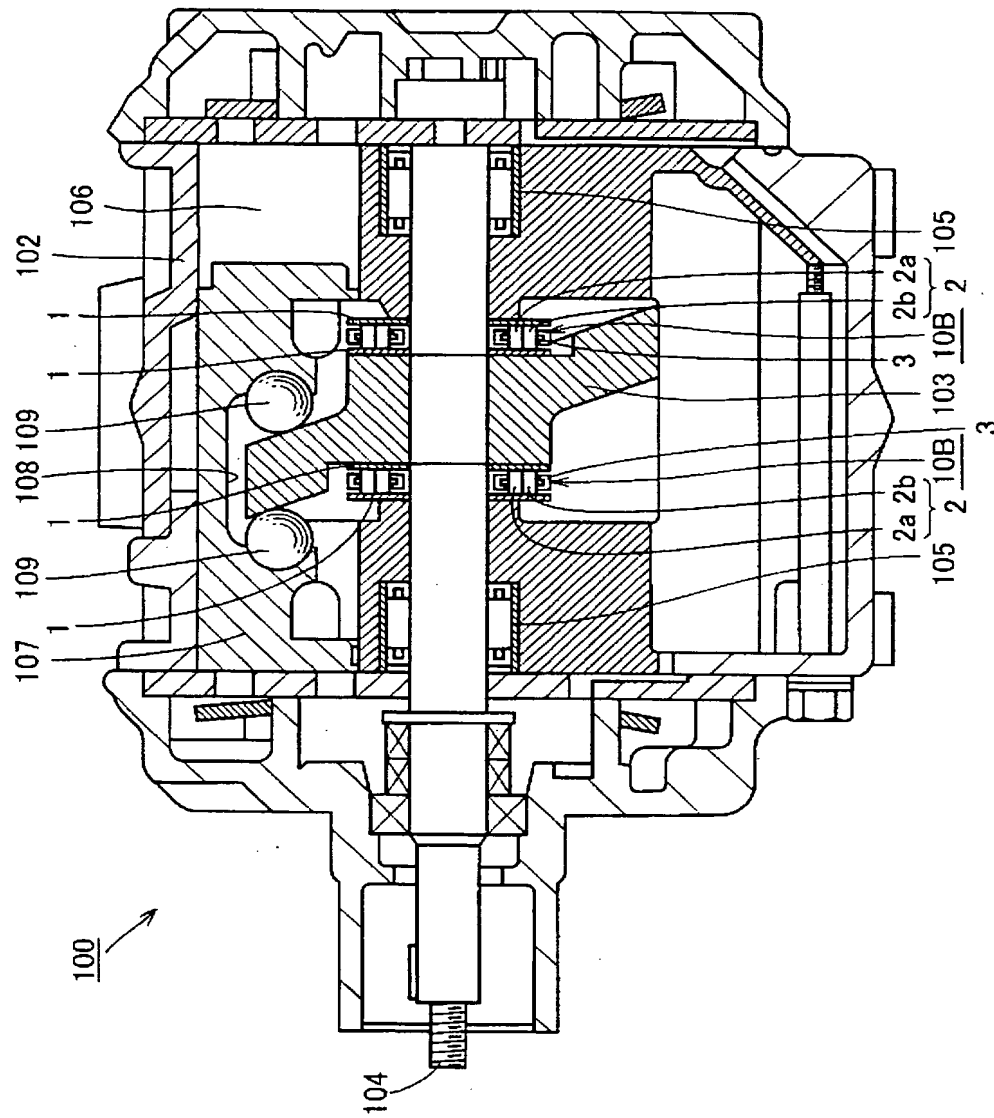
[図6A]



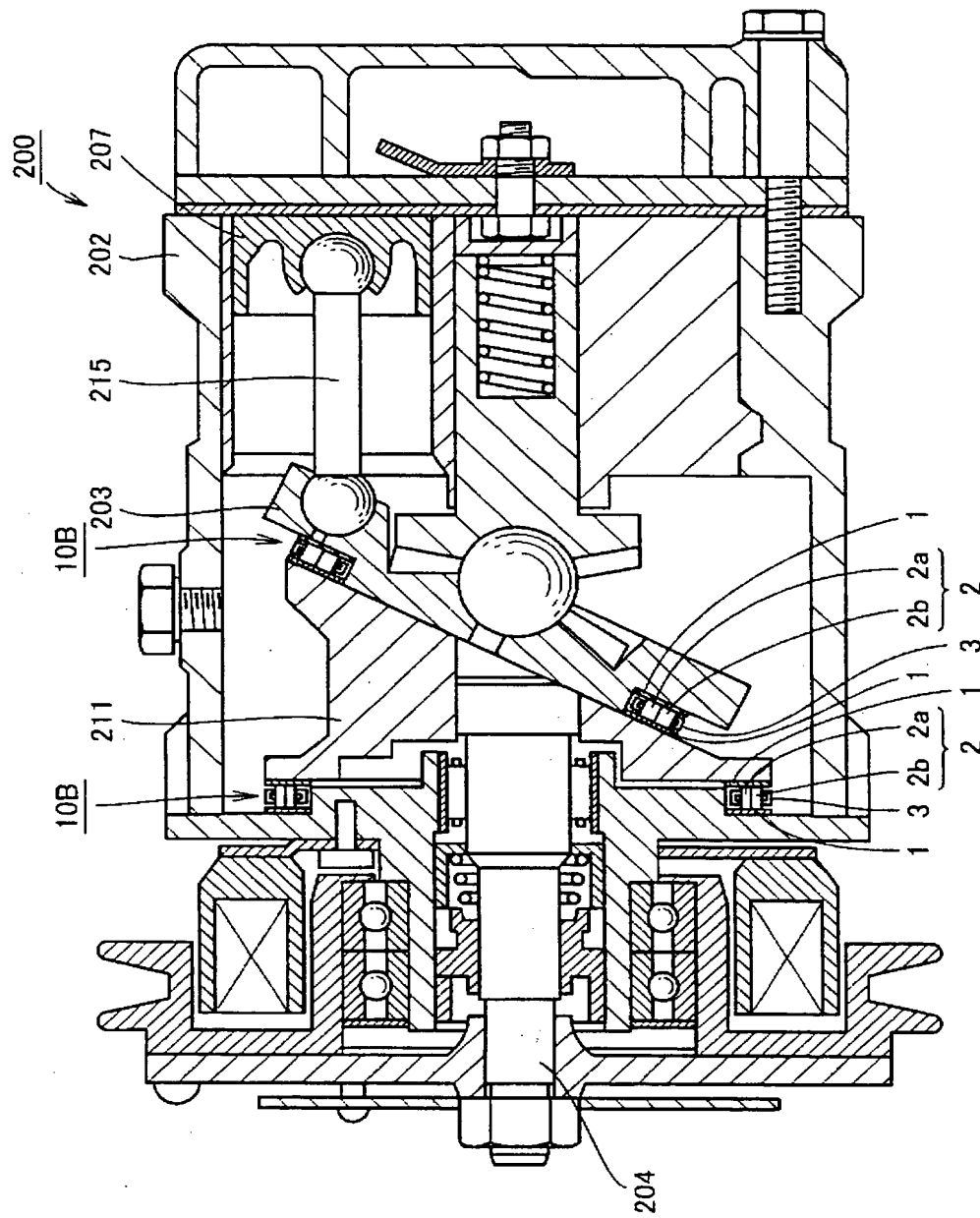
[図6B]



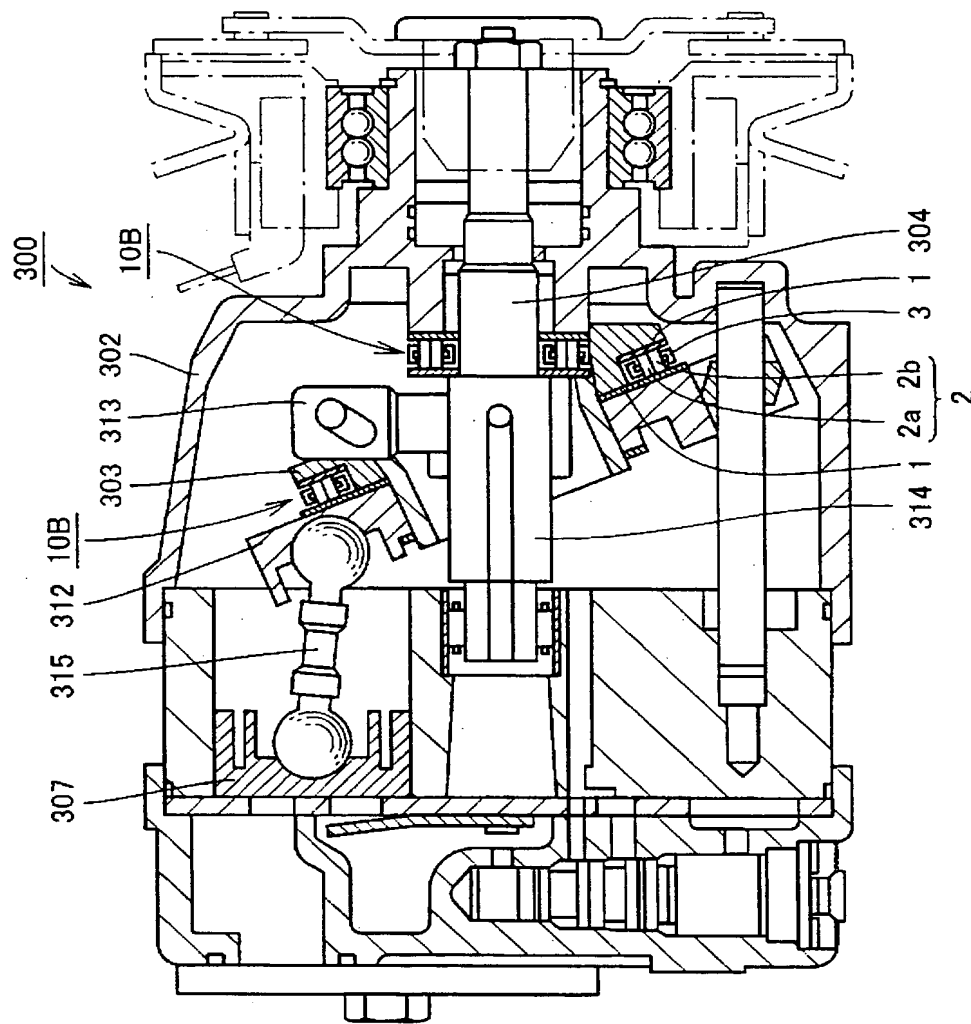
[図7]



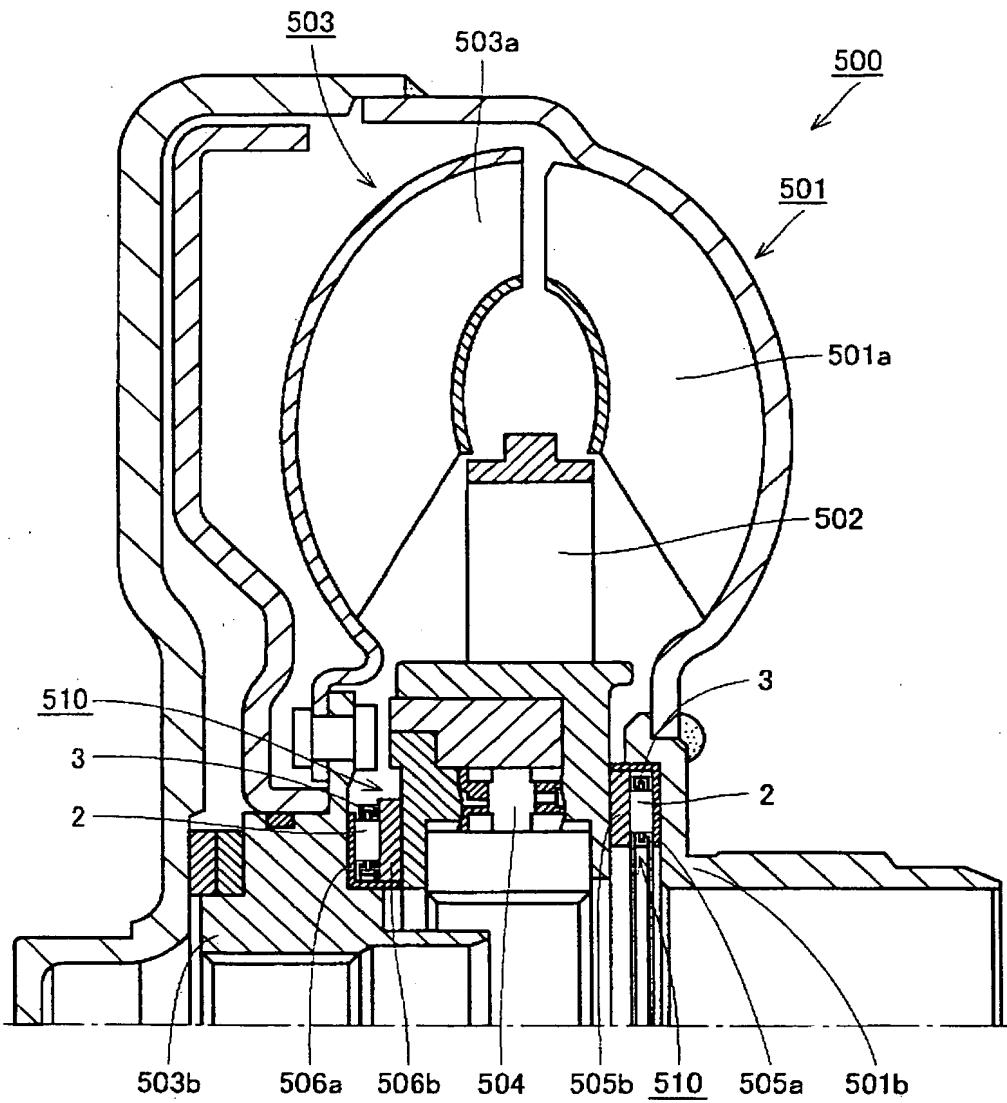
[図8]



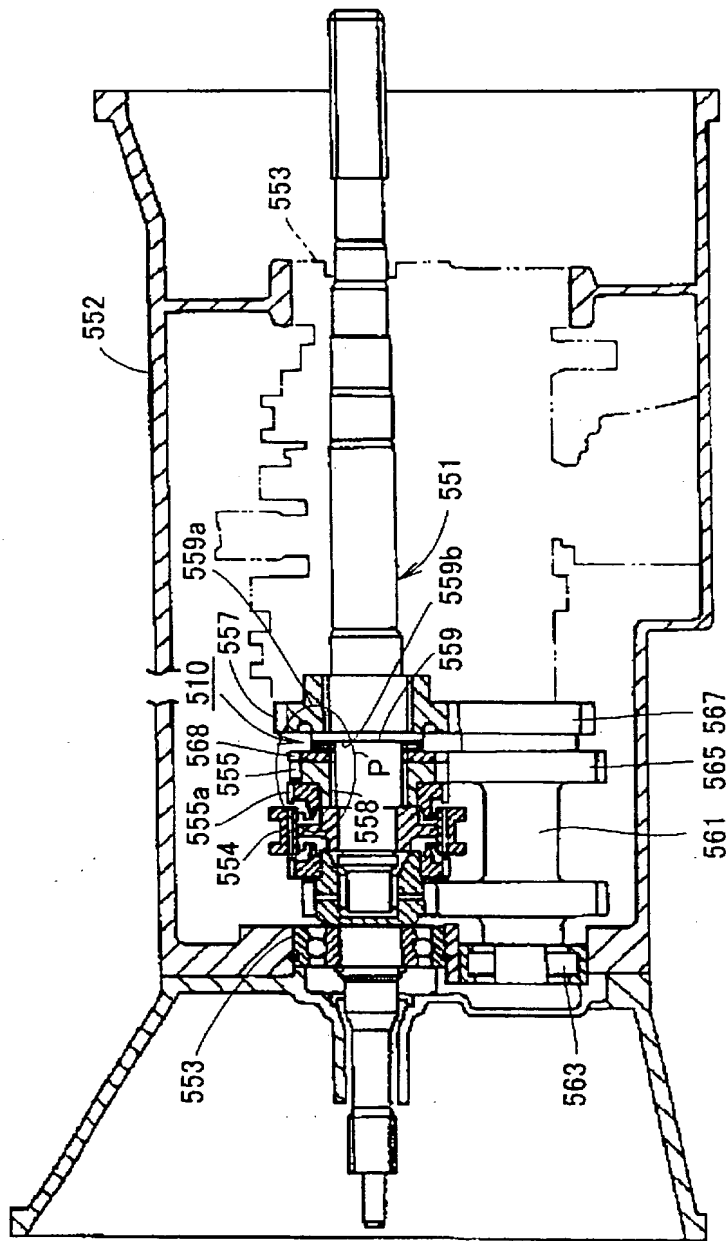
[図9]



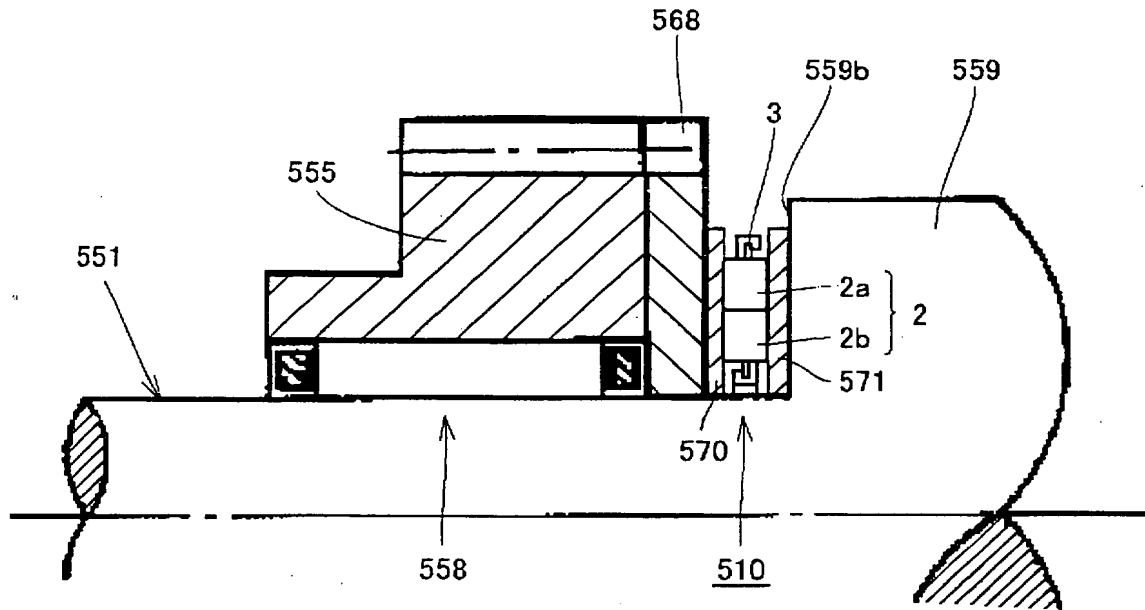
[図10]



[図11]

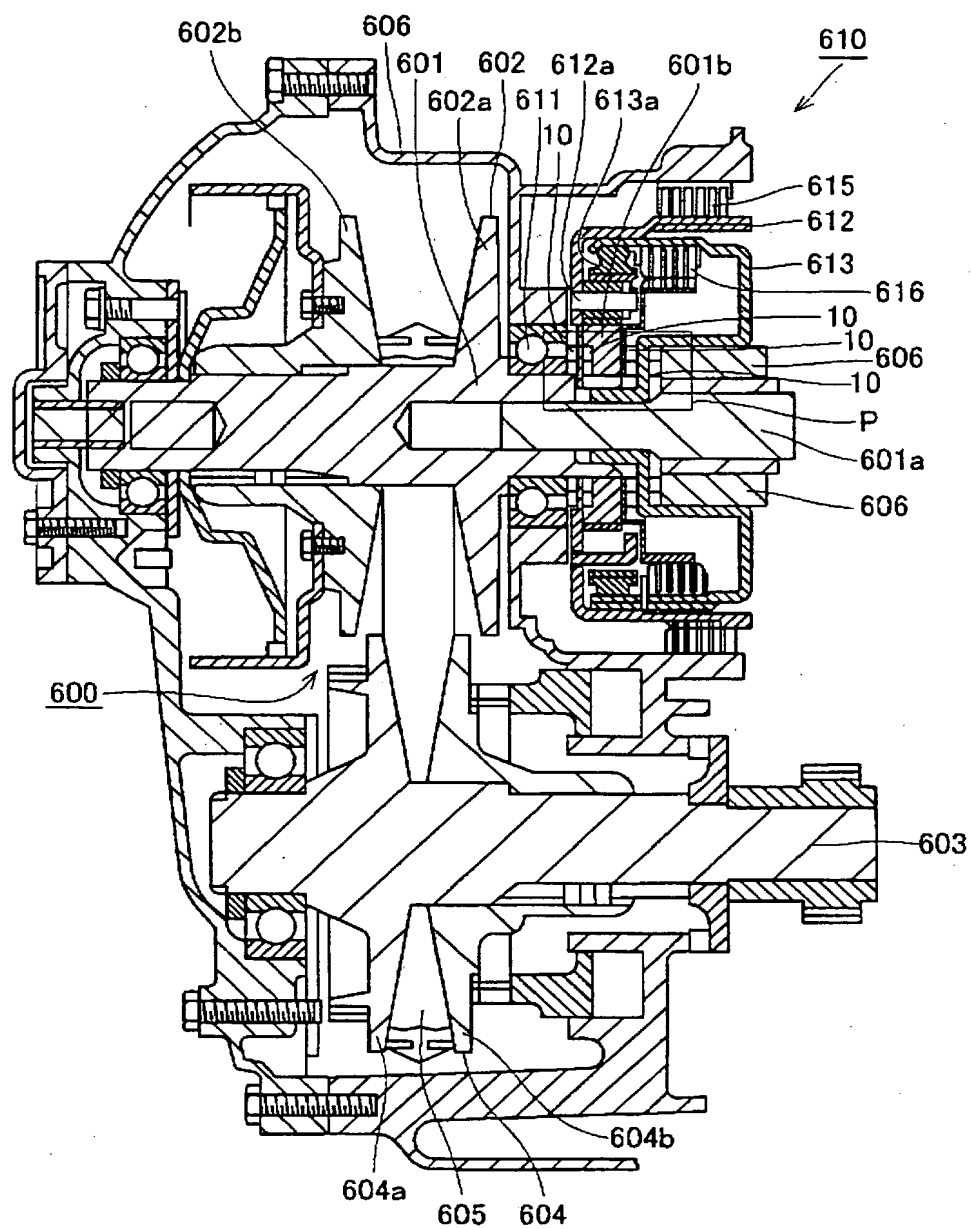


[図12]



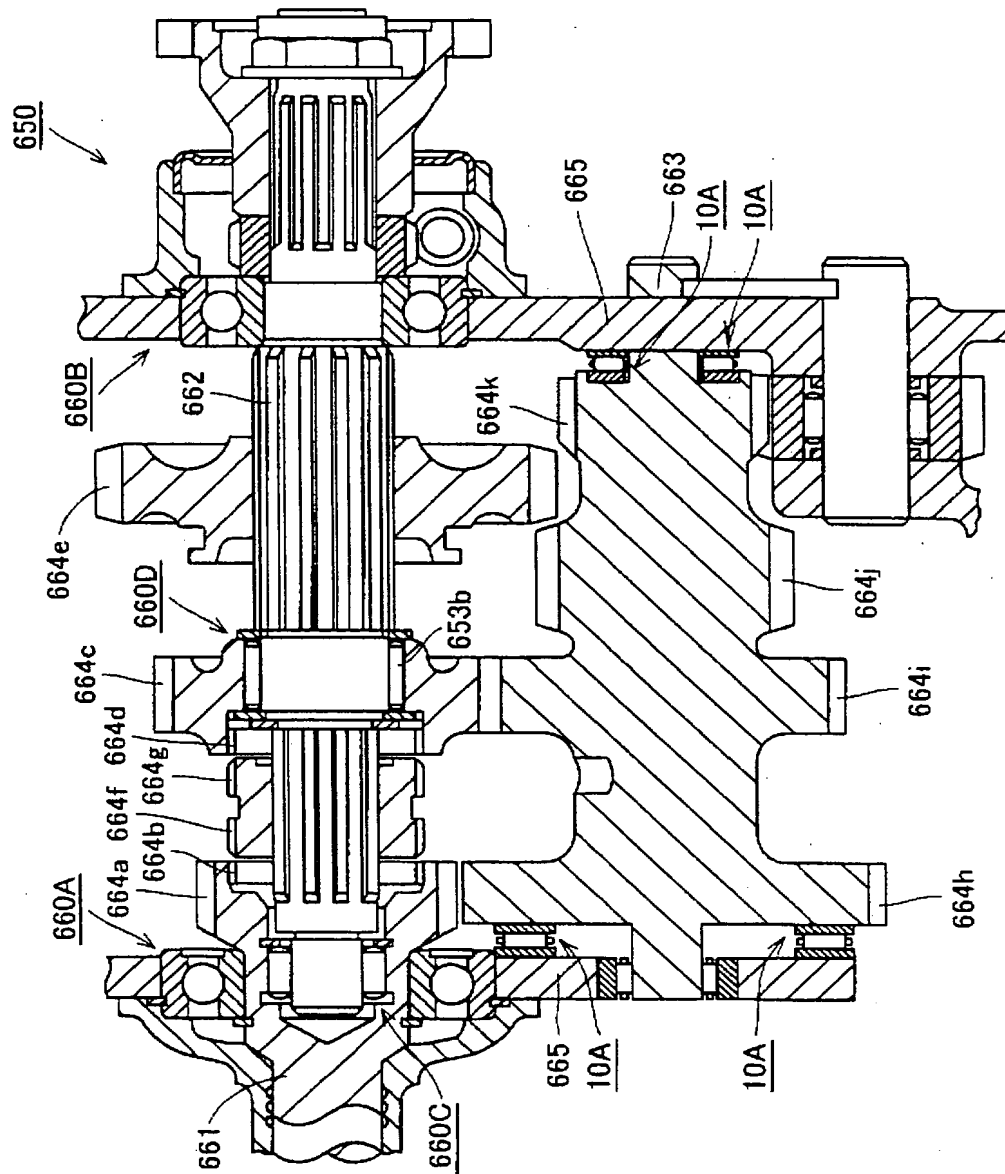


[図13]





[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019017

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F16C33/62, 19/30, 19/46, F16H41/24, F04B27/08, 39/00.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F16C33/58-33/64, 19/30-19/32, 19/44-19/48, F16H41/24, F04B27/08, 39/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-226919 A (NTN Corp.), 15 August, 2003 (15.08.03), Claim; Par. No. [0010]; tables 1, 7 & JP 2003-226918 A & JP 2003-227517 A & JP 2003-227518 A & JP 2004-092913 A & JP 2004-137605 A & JP 2004-138238 A & US 2003/0123769 A1 & DE 10254635 A & FR 2841907 A & CN 1421541 A	1-10
Y	JP 11-303874 A (NSK Ltd.), 02 November, 1999 (02.11.99), Par. No. [0078] & US 6086686 A & US 6228184 B1 & US 6358333 B1 & GB 2324305 A & GB 2344828 A	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 April, 2005 (13.04.05)

Date of mailing of the international search report  
17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-83337 A (NSK Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), (Family: none)	1-10
-Y	JP 2003-287035 A (NSK Ltd.), 10 October, 2003 (10.10.03), (Family: none)	1-4
Y	JP 2003-294034 A (NSK Ltd.), 15 October, 2003 (15.10.03), (Family: none)	1-4
Y	JP 2003-83339 A (NSK Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), (Family: none)	1-2, 5-8
A	US 5848846 A (NTN CORP.), 15 December, 1998 (15.12.98), & JP 10-46318 A & JP 10-237620 A & DE 19732478 A1	1-10
A	JP 9-53148 A (Kobe Steel, Ltd. et al.), 25 February, 1997 (25.02.97), (Family: none)	1-10

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> F16C33/62, 19/30, 19/46, F16H41/24, F04B27/08, 39/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> F16C33/58-33/64, 19/30-19/32, 19/44-19/48, F16H41/24, F04B27/08, 39/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-226919 A (NTN株式会社) 2003.08.15, 【特許請求の範囲】、【0010】、【表1】、【表7】 & JP 2003-226918 A & JP 2003-227517 A & JP 2003-227518 A & JP 2004-092913 A & JP 2004-137605 A & JP 2004-138238 A & US 2003/0123769 A1 & DE 10254635 A & FR 2841907 A & CN 1421541 A	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.04.2005

国際調査報告の発送日

17.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 泰智

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

3J

9247

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-303874 A (日本精工株式会社) 1999. 11.02, 【0078】など & US 6086686 A & US 6228184 B1 & US 6358333 B1 & GB 2324305 A & GB 2344828 A	1-10
Y	JP 2003-83337 A (日本精工株式会社) 200 3.03.19 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2003-287035 A (日本精工株式会社) 20 03.10.10 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2003-294034 A (日本精工株式会社) 20 03.10.15 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2003-83339 A (日本精工株式会社) 200 3.03.19 (ファミリーなし)	1-2, 5- 8
A	US 5848846 A (NTN CORPORATION) 1998.12.15 & JP 10-46318 A & J P 10-237620 A & DE 19732478 A1	1-10
A	JP 9-53148 A (株式会社神戸製作所 外1名) 1 997.02.25 (ファミリーなし)	1-10